

《雷击计数器校验仪校准规范》 验证报告

《雷击计数器校验仪校准规范》编制组

目 录

一、验证实验目的	3
二、校准内容的依据	3
三、验证实验设计	3
1、项目技术要求和校准方法	3
2、验证所用标准器具	3
3、被校对象	4
4、实验条件	4
5、实验分组与设计	4
四、验证结果与分析	5
1、被测对象验证：	5
2、校准人员验证：	6
3、校准时间（校准结果复现性）验证：	6
五、实验验证结论	7
六、附录	8
1、实验 1 原始记录：	8
2、实验 2 原始记录：	8
3、实验 3 原始记录：	9
4、实验 4 原始记录：	9
5、实验 5 原始记录：	10

一、验证实验目的

按校准规范中规定的校准项目和校准方法,在不同条件下对雷击计数器校验仪进行校准,验证该校准规范的正确性和可行性。

二、校准内容的依据

雷击计数器校验仪主要用于雷击计数器计数次数的验证及微安表的校验。其主要来源于 DL/T 474.5-2018《现场绝缘试验实施导则 避雷器试验》中第 9 条中运行中带电检测避雷器的方法、第 11 条监测装置动作试验以及 GB/T 33588.6-2020 雷电防护系统部件 (LPSC) 第 6 部分: 雷击计数器 (LSC) 的要求。在这两个标准中主要技术指标是冲击放电电流及工频持续电流。然而雷击计数器校验仪上设备并未显示冲击放电电流。根据 GBT17626.5《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》中第 6.2.2 条发生器的特性与性能及 6.2.3 条发生器的校准及表 3 开路电压峰值和短路电流峰值的关系,可以通过测量开路电压峰值来判断短路电流峰值,因此将校准项目确定为开路峰值电压和工频电流。

三、验证实验设计

1、项目技术要求和校准方法

1.1 雷击计数器校验仪校准规范验证:

序号	验证项目	验证方法	技术要求
1	开路电压峰值	第 7.3.3 条	最大允许误差: $\pm 10\%$
2	工频电流	第 7.3.4 条	最大允许误差: $\pm 1\%$

1.2 开路电压峰值与短路电流峰值验证:

根据 GBT17626.5《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》中第 6.2.2 条发生器的特性与性能及 6.2.3 条发生器的校准方法,来对开路电压峰值与短路电流峰值关系进行验证。

2、验证所用标准器具

名称	型号	编号	厂家	测量范围	准确度等级或最大允许误差或不确定度
数字示波器	MDO4104B-3	C011454	Tektronix	频率:DC~1GHz,电压:(0.001~100)V	MPE: $\pm 1.5\%$
高压探头	N2771A	20020973	Agilent	电压: (0.01~15)kV 直流衰减比: 1000: 1 带宽: DC~50MHz	直流衰减比: $\pm 2\%$

数字多用表	34465A	MY57502010	Agilent	AC: (0.03~100) mA	$U(k=2): \pm (0.10\% * \text{读数} + 0.04\% * \text{量程})$
-------	--------	------------	---------	-------------------	---

3、被校对象

结合目前雷击计数器校验仪的使用状况，选取两种不同型号的雷击计数器校验仪进行实验。

样品	设备名称	型号	设备编号	制造厂
1	雷击计数器校验仪	ZCJS-II	2104002	武汉南电至诚电力设备有限公司
2	避雷器计数器校验器	FJZ-1	2021001	武汉福润斯电气有限公司
3	避雷器放电计数器校验仪	GC301	2018931	南京长创科技有限公司

4、实验条件

温度 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，环境湿度： $(20\% \sim 80\%) \text{ RH}$ ，电源电压及频率： $(220 \pm 11) \text{ V}$ ， $(50 \pm 1) \text{ Hz}$ 。被校计数器校验仪应放置平稳，周围环境应清洁无明显震动，无强磁场和强电场。

5、实验分组与设计

本实验报告从被测对象、校准人员、校准时间（校准结果复现性）三个方面进行实验验证，设计并进行以下 6 次不同条件下的校准实验：

- 1) 被测对象验证：对比相同校准人员、使用相同标准器、相同校准方法，对不同被校对象的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 1、2、3 对比）
- 2) 校准人员验证：对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，不同校准人员进行校准的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 3、4 对比）
- 3) 校准时间（校准结果复现性）验证：对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，相同校准人员在不同时间进行校准的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 3、5 对比）
- 4) 开路电压峰值与短路电流峰值验证：对比被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，开路电压峰值与短路电流峰值的对应关系，从而对校准规范进行验证。（实验 1 对比，试验 2 对比）

5)

实验分组	被校对象	校准单位	校准人员	校准次数
实验 1	样品 1	起草组	李艳	1
实验 2	样品 2	起草组	李艳	1
实验 3	样品 3	起草组	李艳	1
实验 4	样品 3	起草组	田天	1
实验 5	样品 3	起草组	李艳	1

四、验证结果与分析

1、被测对象验证：

对比相同校准人员、使用相同标准器、相同校准方法，对不同被校对象的校准结果，实验 1、实验 2、实验 3 的校准原始记录见附录 1、2、3，对其校准结果进行汇总与统计，得到下表：

校准项目 实验组别	开路峰值电压			工频电流		
	被校显示值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ; $k=2$	被校显示值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定度 U ; $k=2$
实验 1	1536	-15	3%	---	---	---
实验 2	900	-12	3%	1.00	0.02	0.03mA
	1200	-35	3%	5.01	0.05	0.03mA
	1600	44	3%	10.0	0.1	0.2mA
实验 3	600	-37	3%	0.22	-0.02	0.03mA
	1200	-23	3%	0.60	-0.02	0.03mA
	---	---	---	1.51	-0.01	0.03mA
	---	---	---	3.35	-0.01	0.03mA

经验证，以上各校准项目的校准结果均能满足校准规范计量特性要求。

2、校准人员验证：

对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，不同校准人员进行校准的校准结果，实验 3、实验 4 的校准原始记录见附录 3、4，对其校准结果进行汇总与统计，得到下表：

校准项目 实验组别	开路峰值电压			工频电流			实验 人员
	被校显示值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定 度 U_{rel} ; $k=2$	被校显示值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定 度 U ; $k=2$	
实验 3	600	-37	3%	0.22	-0.02	0.03mA	李 艳
	1200	-23	3%	0.60	-0.02	0.03mA	
	---	---	---	1.51	-0.01	0.03mA	
	---	---	---	3.35	-0.01	0.03mA	
实验 4	600	-57	3%	0.22	-0.01	0.03mA	田 天
	1200	-33	3%	0.60	-0.02	0.03mA	
	---	---	---	1.51	-0.01	0.03mA	
	---	---	---	3.35	-0.02	0.03mA	

对 2 次实验结果中校准数据进行验证，验证其是否满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，得到下表：

校准项目		实验 3		实验 4		结果验证		
开路 峰值 电压 (V)	校准 点	示值误 差	测量不 确定度 $k=2$	示值 误差	测量不确 定度 $k=2$	$ y_1 - y_2 $	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$	验证结论
	600V	-37	3%	-57	3%	20	25	符合要求
	1200V	-23	3%	-33	3%	10	50	符合要求
工频 电流 (mA)	0.2	-0.02	0.03	-0.01	0.03	0.01	0.04	符合要求
	0.6	-0.02	0.03	-0.02	0.03	0.00	0.04	符合要求
	1.5	-0.01	0.03	-0.01	0.03	0.00	0.04	符合要求
	3.3	-0.01	0.03	-0.02	0.03	0.01	0.04	符合要求

经验证，2 次实验中每项计量特性的校准结果均能满足满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，数据验证无误。

3、校准时间（校准结果复现性）验证：

对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，相同校准人员在不同时间进行校准的校准结果，实验 3、实验 5 的校准原始记录见附录 3、5，对其校准结果进行汇总与统计，并对 2 次实验结果中校准数据进行验证，验证其是否满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，得到下表：

校准项目	开路峰值电压			工频电流			实 验
	被校显示	示值误差	测量不确	被校显示	示值误差	测量不	

实验组别	值(V)	(V)	定度 $U_{rel}; k=2$	值(mA)	(mA)	确定度 $U; k=2$	人员
实验 3	600	-37	3%	0.22	-0.02	0.03mA	李艳
	1200	-23	3%	0.60	-0.02	0.03mA	
	---	---	---	1.51	-0.01	0.03mA	
	---	---	---	3.35	-0.01	0.03mA	
实验 5	600	-27	3%	0.22	-0.02	0.03mA	李艳
	1200	-13	3%	0.61	-0.01	0.03mA	
	---	---	---	1.52	-0.01	0.03mA	
	---	---	---	3.38	-0.03	0.03mA	

校准项目		3 月（实验 3）		8 月（实验 5）		结果验证		
开路 峰值 电压 (V)	校准点	示值误差	测量不确定度 $k=2$	示值误差	测量不确定度 $k=2$	$ y_1 - y_2 $	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$	验证结论
	600V	-37	3%	-27	3%	10	25	符合要求
	1200V	-23	3%	-13	3%	10	50	符合要求
工频 电流 (mA)	0.2	-0.02	0.03	-0.02	0.03	0.00	0.04	符合要求
	0.6	-0.02	0.03	-0.01	0.03	0.01	0.04	符合要求
	1.5	-0.01	0.03	-0.01	0.03	0.00	0.04	符合要求
	3.3	-0.01	0.03	-0.03	0.03	0.02	0.04	符合要求

经验证，2 次实验中每项计量特性的校准结果均能满足满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，数据验证无误。

五、实验验证结论

按照规范的方法和条款经过不同的分组对比实验，以及后期的实验数据分析，得出规范能较好得指导雷击计数器校验仪校准规范校准工作，能顺利完成相应指标的测量。此次实验表明规范的校准项目及方法合理可行，实用性和可操作性较好，校准结果均能够较好地反映被检设备的计量性能与状态，保证雷击计数器校验仪的计量性能准确可靠。

验证时间：2023 年 8 月

验证人员：李艳 田天

六、附录

1、实验 1 原始记录：

样品名称	样品型号	出厂编号	制造厂商
雷击计数器校验仪	ZCJS-II	2203018	武汉南电至诚电力设备有限公司
1、开路峰值电压测量：			
被校显示值 (V)	实测值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
1536	1551	-15	3%

2、实验 2 原始记录：

样品名称	样品型号	出厂编号	制造厂商
避雷器计数器校验器	FJZ-1	2021001	武汉福润斯电气有限公司
1、开路峰值电压测量：			
被校设定值 (V)	实测值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
900	912	-12	3%
1200	1235	-35	3%
1600	1556	44	3%
2、工频电流：			
被校显示值 (mA)	实测值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
1.00	0.98	0.02	0.03mA
5.01	4.95	0.05	0.03mA
10.0	9.9	0.1	0.2mA

3、实验 3 原始记录:

样品名称	样品型号	出厂编号	制造厂商
避雷器防电计数器校验仪	GC301	2018931	南京长创科技有限公司
1、开路峰值电压测量:			
被校设定值 (V)	实测值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
600	637	-37	3%
1200	1223	-23	3%
2、工频电流测量:			
被校显示值 (mA)	实测值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
0.22	0.24	-0.02	0.03mA
0.60	0.62	-0.02	0.03mA
1.51	1.52	-0.01	0.03mA
3.35	3.36	-0.01	0.03mA

4、实验 4 原始记录:

样品名称	样品型号	出厂编号	制造厂商
避雷器防电计数器校验仪	GC301	2018931	南京长创科技有限公司
1、开路峰值电压测量:			
被校设定值 (V)	实测值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
600	657	-57	3%
1200	1233	-33	3%
2、工频电流测量:			
被校显示值 (mA)	实测值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
0.22	0.23	-0.01	0.03mA
0.60	0.62	-0.02	0.03mA
1.51	1.52	-0.01	0.03mA
3.35	3.37	-0.02	0.03mA

5、实验 5 原始记录：

样品名称	样品型号	出厂编号	制造厂商
避雷器防电计数器校验仪	GC301	2018931	南京长创科技有限公司
1、开路峰值电压测量：			
被校设定值 (V)	实测值 (V)	示值误差 (V)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
600	627	-27	3%
1200	1213	-13	3%
2、工频电流测量：			
被校显示值 (mA)	实测值 (mA)	示值误差 (mA)	测量不确定度 U_{rel} ($k=2$)
0.22	0.24	-0.02	0.03mA
0.61	0.62	-0.01	0.03mA
1.52	1.53	-0.01	0.03mA
3.38	3.41	-0.03	0.03mA